1 ВВЕДЕНИЕ

В данном проекте будем работать над созданием полиграфа (детектора лжи) – технического устройства, используемого при проведении инструментальных психофизиологических исследований для синхронной регистрации параметров сердечно-сосудистой активности, дыхания, электрического сопротивления кожи и других по возможности физиологических параметров, с последующим представлением результатов в аналоговой или цифровой формах, предназначенном для оценки правдивости полученной информации.

В настоящее время результаты опроса с использованием детектора лжи официально используются во многих силовых структурах. Проверке на полиграфе часто подвергают кандидатов при приёме на работу в банковские структуры. Применение полиграфа также является действенным средством по раскрытию преступлений.

* 1. История

Во все времена людей волновал вопрос выявления лжи [1]. Известно из истории, что разные народы вырабатывали разнообразные особые техники и ритуалы для разоблачения лжеца, раскрытия обмана. Эту задачу решали старейшины, судьи и вожди – самые мудрые члены сообщества.

Уже в далёкие времена люди заметили, что у человека, который совершил преступление, из-за страха быть разоблачённым происходят разнообразные изменения физиологических процессов.

Например, в Древнем Китае подозреваемого в преступлении подвергали испытанию рисом: он набирал в рот горсть сухого риса и выслушивал обвинение. Считалось, что если рис оставался сухим во рту (от страха перед разоблачением слюноотделение приостанавливалось) – то вина подозреваемого доказана.

В древней Индии, когда подозреваемому перечисляли нейтральные и ключевые слова, связанные с подробностями преступления, он должен был ответить первым пришедшим на ум словом и одновременно тихо ударить в гонг. Чаще всего, ответ на ключевое слово сопровождался более сильным звуком удара.

В Африке подозреваемый брал в руки маленькое птичье яйцо по предложению колдуна. Его скорлупа была очень тонкой, и при малейшем нажатии, человек мог раздавить яйцо. Подозреваемые передавали яйцо по кругу, ожидалось, что виновный не выдержит испытание и раздавит яйцо, чем сам себя и выдаст.

Проведя анализ всех этих техник и приёмов, можно сделать заключение, что наблюдалась динамика лишь отдельных физиологических процессов (двигательная активность рук, слюноотделение). Как чувствительные регистраторы физиологических изменений служили горстка риса, яйцо с тонкой скорлупой, гонг или что-то подобное.

Отклик острых психических переживаний человека может выражаться и во множестве иных физиологических процессах. К примеру, сам по себе принцип проверки по пульсу ещё с древнейших времён был хорошо известен в кругу интеллигенции.

История инструментального обнаружения лжи начинается с работ итальянского физиолога Анджело Моссо, который в 1877 г. с помощью плетизмографа (прибор для измерения изменений пульса и кровенаполнения сосудов) определил, что если показывать исследуемому образы, наводящие страх, сказывается на частоте сердцебиения.

Первое практическое применение инструментов подобного типа в целях обнаружения лжи принадлежит известному итальянскому криминалисту Чезаре Ломброзо. В 1881 г. проводя допросы подозреваемых в преступлении он применял гидросфигмограф – устройство, которое рисовало диаграмму изменение кровяного давления испытуемого, что позволяло детально анализировать их в дальнейшем.

В 1895 г. Чезаре Ломброзо в книге «преступный человек» описал позитивный практический опыт по применению гидросфигмографа в процессе проверки фигуранта по уголовному делу о ограблении. Проведя исследование, он не увидел видимых перемен динамики артериального давления в ответ на представление стимулов, связанных с ограблением, но зато увидел падение артериального давления в ответ на вопросы по другому делу, которое было связано с хищением паспортов, что далее было подтверждено.

В 1902 г. Ч. Ломброзо привлекли к расследованию дела об изнасиловании и убийстве девушки и, допрашивая подозреваемого он снова применил гидроплетизиограф. Исследовав полученные данные Ломброзо обнаружил незначительное изменение пульса испытуемого, когда он решал математические задачи в уме. Но когда исследуемому показали изображения мёртвых детей, внезапных скачков пульса не было зафиксировано, в том числе и на фотографию убитой девушки. В результате исследования стало очевидно, что подозреваемый не виновен в этом преступлении.

А. Моссо, работая вместес Ч. Ломброзо, помимо этого выявил, что в ответ на предъявление разных стимулов изменяется модель дыхания. В 1914 году профессор австрийского университета в Граце итальянец Витторио Бенусси, изучающий вопросы психофизики, опубликовал данные собственных исследований динамики процесса дыхания, которые показывали изменение частоты и глубины дыхательных циклов и отношение продолжительности вдоха к продолжительности выдоха при ложных показаниях исследуемого.

Первый прототип современного полиграфа сконструировал сотрудник полиции штата Калифорния Джон Ларсон в 1921 г. Устройство Ларсона регистрировал одновременно изменение динамики пульса, дыхания и артериального давления и им применялся в расследуемых преступлеинях.

В 1933 г. Леонард Килер – сотрудник лаборатории научных методов выявления преступлений при Северо-западном Университете, и ученик Д. Ларсена – собрал полевой переносной полиграф, в структуру которого добавил канал изменения сопротивления кожи. Л. Килер в дальнейшем создал серийный выпуск полиграфов такого типа.

* 1. Общая характеристика

Дадим определение самому понятию *полиграф*. Полиграф – это медико-биологический прибор, необходимый для фиксирования нескольких параллельно проходящих физиологических процессов: кровяного давления, дыхания, биотоков мускулатуры, динамики кровотока и др [1].

Полиграфы применяются в медицине, например, в реанимации, во время проведения хирургических операций, а также применяется в психофизиологическом методе детекции лжи, который относится к области психофизиологических исследованиях.

По методу регистрации данных полиграфы делятся на [1]:

* Аналоговые (традиционные, перьевые, чернильно-пишущие), в которых данные записываются на диаграммной бумаге.
* Цифровые (электронные, компьютерные) — запись производится на электронном носителе с помощью ПК.

Современный компьютерный полиграф представляет собой портативный персональный ПК регистрирующими датчиками и с сенсорным блоком.

Назначение сенсорного блока: снятия сигналов с датчиков, которые фиксируют параметры физиологических процессов, усиление и фильтрация сигналов от этих датчиков и преобразование их в цифровые коды с последующим вводом в компьютер (чаще всего laptop).

Для фиксации физиологической информации применяются следующие датчики [2]:

1. верхнего (грудного) и нижнего (диафрагмального или брюшного) дыхания. Контролируется амплитуда, длительность и задержка брюшного и грудного дыхания. При повышении уровня стресса повышается активность клеток организма, что приводит к повышению выделения углекислого газа в кровь и является причиной увеличения притока кислорода к клеткам. При этом повышается поступление кислорода к клеткам за счёт увеличения частоты и/или амплитуды дыхания. Принцип работы датчика основан на растяжении резинки или провода, натянутого вокруг груди или живота, при вдохе.
2. сердечно-сосудистой активности: пульса, артериального давления и кровенаполнения сосудов:
   1. Сенсор ФПГ – фотоплетизмограммы (определяется динамика объёма тока крови по сосудам). ФПГ – это метод для фиксирования оптической плотности ткани. Фиксация оптической плотности ткани регистрируется плетизмографом, который состоит из излучателя светового потока, просвечивающего биоткань, и приёмника, определяющего мощность принятого сигнала. Оптическая плотность обычно зависит от эластичности сосудов и объёма тока крови в них. Сенсор ФПГ
   2. Сенсор ритма сердца (определяется частота пульса). Пульс – это периодические колебания объёма сосудов, которые связаны с давлением и динамикой их кровенаполнения в течение одного цикла сердца. Повышение эмоционального напряжения является причиной повышения энергозатрат организма, для чего соответственно увеличивается частота пульса.
   3. Сенсор артериального давления. При увеличении неровной возбудимости усиливается деятельность клеток организма человека, что ведёт к росту потребления ими питательных элементов и большему отводу продуктов их жизнедеятельности. Для этого предусмотрен механизм по повышению давления и скорости тока крови. Сенсор артериального давления обычно является резиновой манжетой, надеваемой на руку.
3. Сенсор сопротивления кожи КГР (электропроводности кожи, кожно-гальванического рефлекса). Кожно-гальваническая реакция – изменение напряжения (разности потенциалов) и уменьшение электрического сопротивления между двумя участками кожной поверхности. Сенсор КГР нужен для измерения фазической и тонической реакций. Фазическая КГР – это резкое уменьшение электрического потенциала кожи на эмоциональный раздражитель. Тоническая КГР есть протяжённое изменение электрического сопротивления кожи (приспосабливаемость) на эмоциональный раздражитель. Кожное сопротивление изменяется от 600 кОм до 100 Ом. Электрод (контактная пластина) обычно крепят на палец.
4. Контроль за миганием века (отслеживание частоты мигания и его латентного периода). В основном используется видеокамера, ведущая наблюдение за глазами испытуемого. Также телекамера направляется на лицо и руки тестируемого, чтобы позже при анализе физиологических реакций организма параллельно наблюдать также мимику мышц лица и движение рук.
5. Сенсор частоты голоса (определяет период задержки реакции голоса на вопрос). Используется обычно микрофон, располагаемый рядом со ртом испытуемого, использующийся для определения начала ответа.
6. Сенсор тремора (определяет двигательную активность). Тремор – это ритмичные, непроизвольные колебательные движения разных мышц тела в результате их сокращения. Разделяют три вида тремора. Низкочастотный (1-4 Гц) способствует прохождению крови к мелким сосудам. Тремор средней частоты (5-9, 10-20 Гц) помогает при координации движений, например, напряжение мышц при выдерживании прямого положения человека во время ходьбы. Тремор проявляется быстрее, чем такие реакции человека как изменение кровообращения, давления, так как он напрямую контролируется нервной системой, что соответственно подходит для его эффективного использования в задаче детекции лжи.
7. Сенсор значимой частоты голоса (определяются значимые частотные полосы голоса). Обычно задействованы несколько микрофонов, с каждого выделяется нужная частота для проведения анализа. Наибольшее количество информации несут частоты 5-25 Гц. Наиболее значимой считается частота основного тона, произношение ударных гласных. Возможность контроля информации на правдивость на расстоянии становиться всё более популярной – нет необходимости в заполнении заявления на добровольное прохождение проверки, наблюдаемый не знает о проходящей проверке и, таким образом не пытается противодействовать. При этом получают объективную информацию о подопытном. Однако проводимые исследования в этой области не добились значительных результатов, так как ошибка составляет 25-30 %, что не применимо при обследовании, особенно при вынесении приговора за совершённое преступление. Детекция лжи только при использовании датчиков голоса мало информативно, потому, что изменения вибраций голосовых связок, связанные с увеличенным нервным возбуждением, происходит через несколько десятков секунд, а во время беседы тема меняется куда быстрее. Также у людей с осипшим, прокуренным, грубым, уставшим голосом определение лжи затруднительно при использовании данного способа. Наиболее подводящие кандидаты для данного вида исследования являются женщины с чистым голосом.
8. Сенсоры бесконтактного анализа биоэлектрических показателей организма. Изменение тепловых, электромагнитных и звуковых показателей организма (возбудимости, дыхания, пульса, мыслительной активности) возможно детектировать на расстояния до 1 метра. Однако при таком подходе есть необходимость в использовании высокоточной дорогостоящей аппаратуры, изолированной от внешних помех, в том числе от бытовых приборов и пульсирующего магнитного поля Земли. В настоящее время подобные системы не разрабатываются.
9. Сенсоры плетизмограмма лица. Такие датчики работают бесконтактно и измеряют радиационное тепло с лицевой поверхности тела человека. Во время беседы с человеком на значимую для него тему (принципиально важную для него), скачкообразно растёт кровоснабжение лобных участков мозга, которые отвечают за мыслительные процессы. В это время соответственно повышается температура этих отделов (надбровные дуги и лобные части, височные отделы). Сенсоры по контролю излучения плетизмограммы лица являются достаточно массивными. На данный момент разработки ведутся по созданию компактных систем такого класса.

Совместное контролирование данных физиологических процессов в течении психофизиологического исследования является неотъемлемым: в соответствии с имеющимися международными стандартами, изъятие хотя бы одного контролируемого процесса делает процедуру проверки на полиграфе недействительной.

Другие датчики, используемые в разных моделях полиграфов, несут вспомогательную функцию. Таким образом, датчики голоса и тремора (двигательной активности) могут быть применены для регистрации артефактов внешних шумов и движения испытуемого соответственно. Микрофон (датчик голоса) также используют в целях более точной регистрации моментов вопроса–ответа и для записи фонограммы эксперимента.

* 1. Назначение

Назначение полиграфа состоит в фиксировании и записи физиологических процессов, фиксируемых у испытуемого в процессе психофизиологического эксперимента. Итог записи характеристик на электронном или бумажном носителе называется полиграммой.

Полиграмма состоит из следующих частей [5]:

* фон
* реакция
* артефакт

Фон – положение физиологических процессов в организме испытуемого, находящегося в состоянии покоя (состояние спокойно сидящего человека, которому не задают никаких вопросов). Фон описывается относительной стабильностью текущих процессов и является некоторой физиологической нормой, характерной определённому человеку при отсутствии раздражающих воздействий.

Реакция — это ощутимая перемена динамики исследуемого физиологического процесса в ответ на стимул (предмет, вопрос) в ходе психофизиологического исследования. В зависимости от индивидуальных особенностей организма испытуемого при развитии реакции можно наблюдать ослабление, усиление или стабилизацию динамики конкретного процесса.

Артефакт — заметное (в сравнении с фоном) изменение динамики регистрируемого физиологического процесса, не связанное непосредственно со стимулами, предъявляемыми в ходе психофизиологического исследования и обусловленное воздействием внешних (экзогенных) и внутренних (эндогенных) раздражающих факторов. Ко внутренним факторам причисляются неумышленные или умышленные движения испытуемого, внезапные болевые ощущения, кашель и т. п., ко внешним — внешние шумовые помехи.

Физиологические реакции, которые регистрируются во время исследования, не являются специфическими, это значит, что по их информативным признакам невозможно точно определить природу вызвавшего их процесса (ложь, положительная или отрицательная эмоция, боль, испуг, разные ассоциации и т.д.).

Единственной справедливой оценкой физиологической реакции служит её устойчивая выраженность в ответ на ситуативно значимый стимул.

На данный момент нету статистически точных данных, несомненно указывающих на какую-либо универсальную информационную ценность данных результата психофизиологического исследования одного определённого физиологического процесса и/или отдельного его параметра.